

09/856823

PCT/JP00/00851

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

03.10.00

JP00/6851

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

It is to certify that the attached is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2000年 8月31日

REC'D 17 NOV 2000

WIPO PCT

出願番号  
Application Number:

特願2000-263467

出願人  
Applicant(s):

松下電子工業株式会社

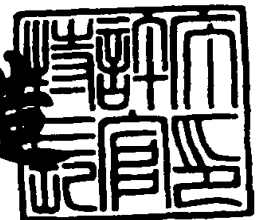
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年11月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3090103

【書類名】 特許願

【整理番号】 2926420065

【提出日】 平成12年 8月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/28

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 橋本 伸

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 岸田 剛信

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 江頭 恭子

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 畑 良文

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 西脇 徹

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

【氏名】 田中 知哉

【特許出願人】

【識別番号】 000005843

【氏名又は名称】 松下電子工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011316

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809939

【書類名】 明細書

【発明の名称】 コバルトシリサイド層の形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン層の表面近傍に酸素を分布させる工程と、  
前記シリコン層の上にコバルト膜を堆積する工程と、

熱処理により、前記シリコン層のシリコンと前記コバルト膜のシリコンとを反応  
させ、前記シリコン層の表面にエピタキシャル成長したコバルトシリサイド層  
を形成する工程とを備え、

前記酸素の濃度は、 $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} \sim 4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の範囲であるコバル  
トシリサイド層の形成方法。

【請求項 2】 前記酸素を分布させる工程は、

前記シリコン層の上にシリコン酸化膜を形成し、前記シリコン酸化膜に粒子エ  
ネルギー線を照射して、前記シリコン酸化膜に含まれる酸素を前記シリコン層の  
表面近傍の領域に分布させる請求項 1 に記載のコバルトシリサイド層の形成方法  
。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はシリコン層の表面部にコバルトシリサイドをエピタキシャル成長させ  
る方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

エピタキシャル成長によりコバルトシリサイド層を形成する方法が提案されて  
いる（米国特許第 5 7 2 8 6 2 5 号）。この方法では、シリコンの結晶にシリコ  
ン酸化膜を形成した後、このシリコン酸化膜上に超高真空下でコバルト膜を数 n  
m 程度の厚さに堆積し、その後、熱処理を行なうことにより、コバルト原子とシ  
リコン原子とを反応させてエピタキシャルコバルトシリサイド層を形成するとい  
うものである。

【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながらこの方法では、コバルト膜の堆積に超高真空装置が必要になり、この超高真空装置は通常のシリコンからなる半導体のプロセスでは用いられないので、量産のプロセスには適しないという問題がある。

そこで本発明では、シリコン層上にエピタキシャル成長するコバルトシリサイド層を、半導体の量産プロセスにおいて通常用いられている、真空度領域において又は製造装置を用いて、安定して形成する方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために本発明では、シリコン層の表面近傍に酸素を分布させる工程と、前記シリコン層の上にコバルト膜を堆積する工程と、熱処理により、前記シリコン層のシリコンと前記コバルト膜のコバルトとを反応させ、前記シリコン層の表面にエピタキシャル成長したコバルトシリサイド層を形成する工程とを備え、前記酸素の濃度は、 $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} \sim 4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の範囲であるコバルトシリサイド層の形成方法とする。

## 【0006】

また前記コバルトシリサイド層の形成方法において、前記酸素を分布させる工程として、前記シリコン層の上にシリコン酸化膜を形成し、前記シリコン酸化膜に粒子エネルギー線を照射して、前記シリコン酸化膜に含まれる酸素を前記シリコン層の表面近傍の領域に分布させる方法とする。

## 【0007】

## 【発明の実施の形態】

## (第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態について説明する。

## 【0008】

図1(a)に示すようにシリコン層としてシリコン基板10を用意し、酸素イオンを100～500 eVの低い加速エネルギーで注入して、図1(b)に示すように、シリコン基板10の表面近傍の領域に酸素原子を分布させた酸素原子分

布領域 11 を形成する。イオン注入に代えてプラズマドーピングにより酸素原子を分布させた酸素原子分布領域 11 を形成してもよい。

#### 【0009】

また、酸素原子を分布させる深さとしては、シリコン基板 10 の表面から 0.5 ～ 5 nm の範囲が好ましく、酸素原子の濃度としては、 $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} \sim 4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  の範囲が好ましい。これらの理由については後述する。

#### 【0010】

次に、スパッタ装置のチャンバ内部の真空度を、 $10^{-5} \sim 10^{-7} \text{ Pa}$  にした後、図 1 (c) に示すように、スパッタ法によりシリコン基板 10 の上に全面にコバルト膜 12 を堆積する。酸素原子はシリコン基板の表面から 0.5 ～ 5 nm の深さの範囲に分布しており、コバルト膜 12 を構成するコバルト原子のシリコン基板 10 中への拡散は、酸素原子の分布によって抑制される。またコバルト膜 12 を構成するコバルト原子からは、酸素原子の下側に存在するシリコンの結晶格子が見えるため、酸素原子が分布している層の上側の領域はイオン注入又はプラズマドーピングなどによって乱れているとしても、コバルト原子はシリコン基板 10 における酸素原子下側領域の結晶構造の影響を受けながら反応するので、シリコン基板表面に、シリコンの結晶と格子定数が近いコバルトダイシリサイド ( $\text{CoSi}_2$ ) の核が形成される。

#### 【0011】

次に、シリコン基板 10 を  $500^\circ\text{C}$  の温度下で 10 秒間保持する熱処理を行う。これにより、コバルト膜 12 を構成するコバルト原子がコバルトダイシリサイドの核を介してシリコン領域に拡散していき、またコバルト原子がシリコン原子と反応するため、図 1 (d) に示すように、シリコン基板表面部に、コバルトダイシリサイドの核の結晶構造と対応するコバルトダイシリサイド ( $\text{CoSi}_2$ ) のエピタキシャル成長層 13 が形成される。

#### 【0012】

コバルトダイシリサイド層 13 がシリコン基板 10 にエピタキシャル成長する酸素濃度は、酸素原子の濃度が  $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  よりも低いと、コバルト原子とシリコン原子とが一気に反応して、エピタキシャルシリサイド層 13 が凝集した

り又は多結晶化したりする虞れがあり、また、酸素原子の濃度が  $4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  よりも高いと、コバルト原子とシリコンとの結晶格子との距離が大きくなるため、コバルト原子とシリコン原子との反応が良好に行なわれない虞れがある。したがってシリコン基板表面に分布させる酸素濃度は、 $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} \sim 4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  の範囲が好ましい。

## 【0013】

(第2の実施形態)

以下、本発明の第2の実施形態を説明する。

## 【0014】

第1の実施形態と異なるのはシリコン基板に酸素を分布させる方法である。第1の実施形態では、酸素をシリコン基板に直接イオン注入していたが、この実施形態では酸素はシリコン酸化膜を用いてシリコン基板の表面近傍に分布させている。

## 【0015】

図2(a)に示すようにシリコン層としてシリコン基板20を用意し、図2(b)に示すようにシリコン基板20上に全面にシリコン酸化膜24を形成する。ここではシリコン基板20を酸化性雰囲気中で  $750 \sim 900^\circ\text{C}$  に加熱して  $10 \text{ nm}$  程度の厚さを有するシリコン酸化膜24を形成する。

## 【0016】

次にシリコン酸化膜24に対して非金属元素からなる粒子エネルギー線、例えばArイオンを低エネルギーで照射する。これにより粒子エネルギー線の反跳により、シリコン酸化膜24を構成する酸素原子は、図2(c)に示すように、シリコン基板20の表面近傍の領域に分布し酸素原子分布領域21を形成する。

## 【0017】

また、酸素原子を分布させる深さとしては、シリコン基板20の表面から  $0.5 \sim 5 \text{ nm}$  の範囲が好ましく、酸素原子の濃度としては、 $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} \sim 4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  の範囲が好ましい。第1の実施形態と同様である。

## 【0018】

次にシリコン基板20上のシリコン酸化膜24を除去する。スパッタ装置のチ

チャンバ内にシリコン基板20を配置し、チャンバ内部の真空度を、 $10^{-5} \sim 10^{-7}$  Paにした後、酸素原子分布領域21が形成されたシリコン基板20の上に、全面にコバルト膜22を堆積する。これにより、第1の実施形態と同様、コバルト膜22を構成するコバルト原子がシリコンの結晶格子に組み込まれるため、シリコン基板20の表面にコバルトダイシリサイド( $\text{CoSi}_2$ )の核が形成される。

## 【0019】

次に、シリコン基板20を500℃の温度下で10秒間保持する熱処理を行い、シリコン基板20の表面部に、コバルトダイシリサイドからなるエピタキシャルシリサイド層23を形成する。

## 【0020】

シリコン基板20表面に分布させた酸素の濃度を測定した結果について説明する。図3は低エネルギーSIMSにより、シリコン基板20表面の酸素濃度を測定した結果を示すものである。このデータから、シリコン基板20表面近傍にどれだけの酸素を分布させればコバルトダイシリサイド( $\text{CoSi}_2$ )のエピタキシャル成長層23が形成できるのかがわかる。

## 【0021】

この図では横軸に酸素濃度を取り(単位: 原子/ $\text{cm}^2$ )、縦軸にエピタキシャル成長の度合いを示している。エピタキシャル成長の度合いは強度で示すことができ、この値が大きいほどエピタキシャル成長しているといえる。ここでは縦軸に $\text{CoSi}_2$ (400)のピーク強度をとっている。

## 【0022】

シリコン基板に対し、 $\text{CoSi}_2$ がエピタキシャル成長しているのは縦軸が100以上であるとしている。この値以上であれば、800℃程度の高温でもコバルトダイシリサイド( $\text{CoSi}_2$ )が凝集するのを防止できる。このときのシリコン基板表面の酸素濃度は、 $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} \sim 4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2} \text{ atoms/cm}^2$ であることがわかる。

## 【0023】

このように、シリコン基板表面の酸素濃度を制御することにより、コバルトシ



リサイドの凝集を防止し、シリコン基板表面にコバルトダイシリサイド ( $\text{CoSi}_2$ ) をエピタキシャル成長させることができる。

【0024】

【発明の効果】

$10^{15} \text{ cm}^{-2}$  の範囲で分布させることにより、シリコン層にエピタキシャル成長したコバルトシリサイド層 ( $\text{CoSi}_2$ ) を半導体の量産プロセスにおいて通常用いられている真空度領域で安定して形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施形態を説明する工程断面図

【図2】

第2の実施形態を説明する工程断面図

【図3】

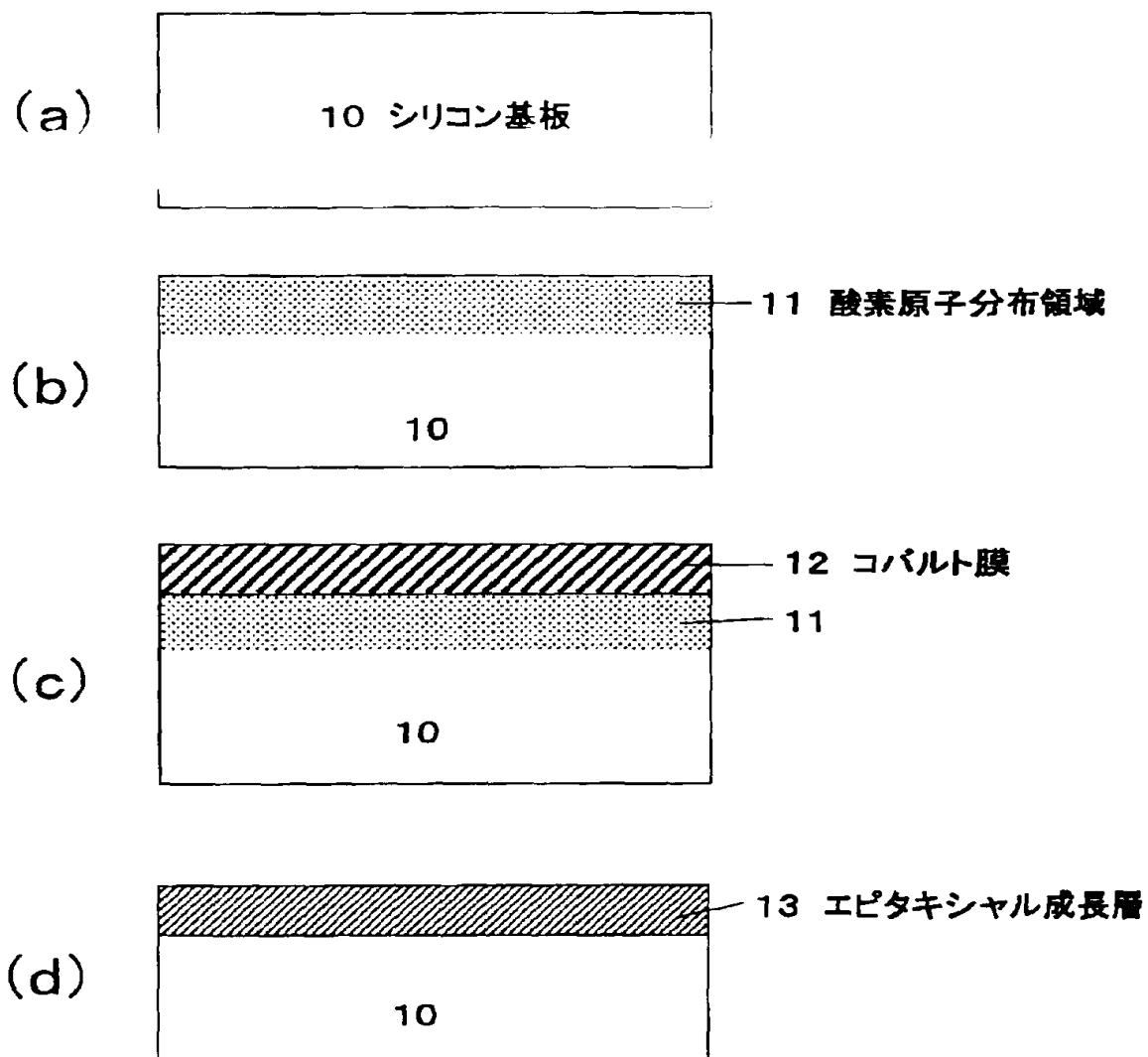
SIMSによりシリコン基板表面の酸素濃度を測定した特性図

【符号の説明】

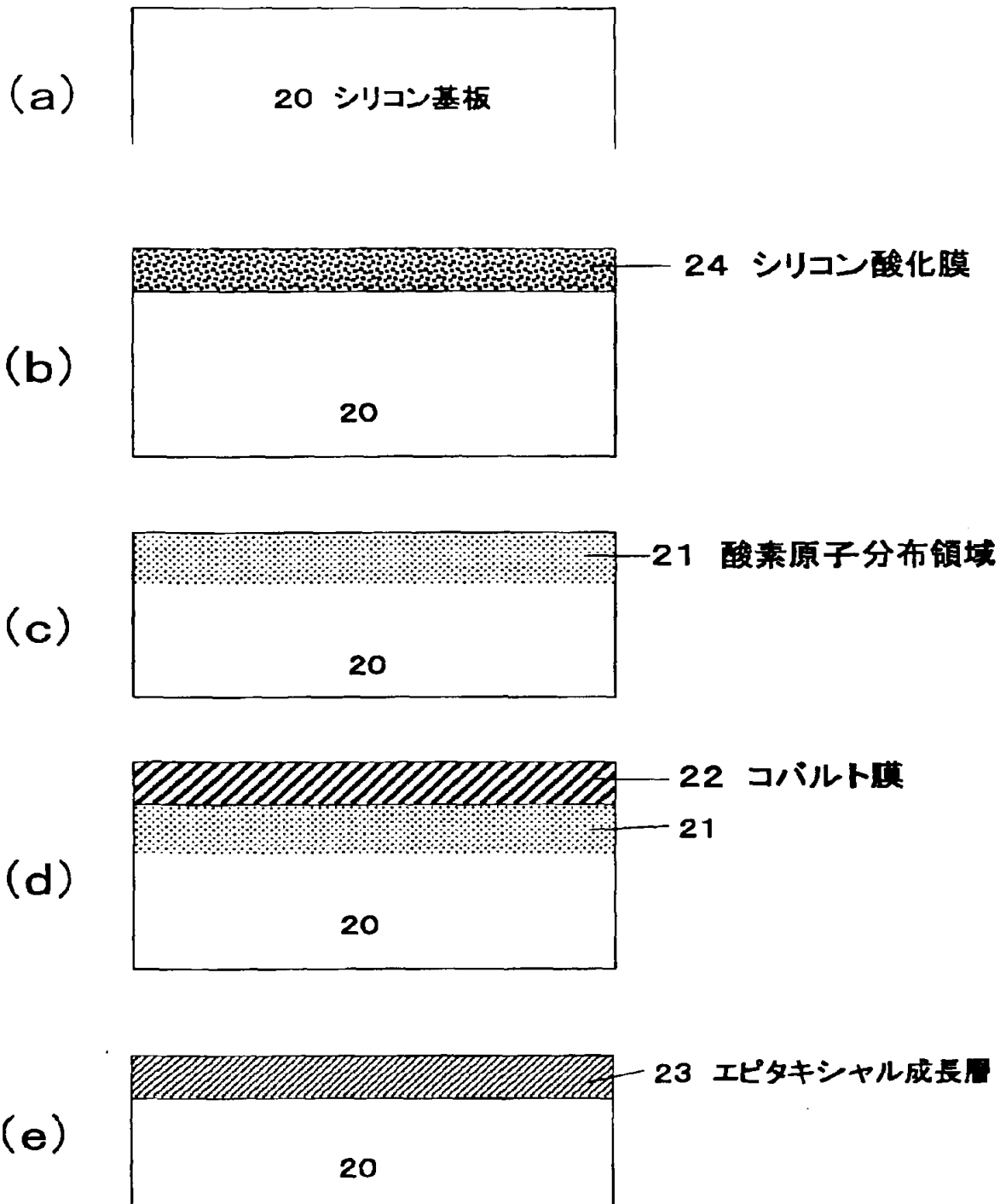
- 10 シリコン基板
- 11 酸素原子分布領域
- 12 コバルト膜
- 13 エピタキシャルシリサイド層
- 20 シリコン基板
- 21 酸素原子分布領域
- 22 コバルト膜
- 23 エピタキシャルシリサイド層
- 24 シリコン酸化膜

【書類名】 図面

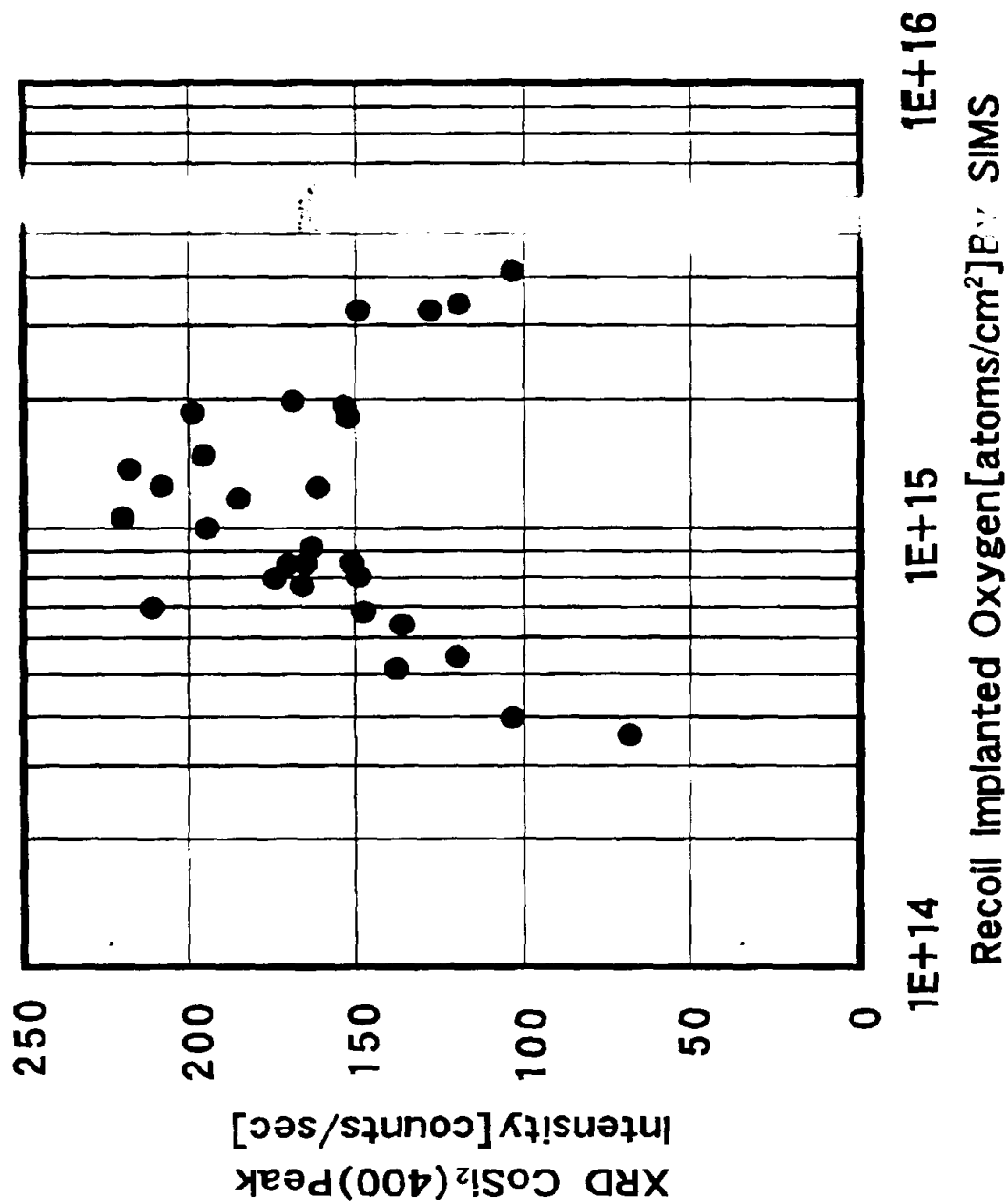
【図 1】



【図2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エピタキシャルコバルトシリサイド層を安定して形成する。

【解決手段】 シリコン基板 10 に酸素イオンを注入して、シリコン基板の表面近傍の領域に酸化物層 11 を形成する。シリコン基板 10 の上にコバルト膜 12 を堆積する。500℃で10秒間保持する熱処理を行い、シリコン基板 10 表面部にエピタキシャルシリサイド層 13 を形成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 1000005842

1. 変更年月日	1993年 9月 1日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府高槻市幸町1番1号
氏 名	松下電子工業株式会社